

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI NGANG CỦA CỌC ĐƠN VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG KHI GIA CỐ LỚP BỀ MẶT MÓNG CỌC BẰNG XI MĂNG ĐẤT

Trần Minh Thái

Viện Khoa học Thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên

Tóm tắt: Hiện nay, lý thuyết để xác định sức chịu tải ngang của cọc đơn đã được phổ biến cho các loại cọc đối với từng loại đất đặc trưng trong xây dựng công trình. Việc sử dụng cọc xi măng đất để gia cố lớp bề mặt móng cọc là giải pháp khá mới mẻ tại Việt Nam nhằm gia tăng sức chịu tải ngang cho công trình, đặc biệt là công trình thủy lợi khi có lực ngang lớn. Lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp cũng như việc xác định được hệ số nền của lớp gia cố sẽ giúp cho việc tính toán thiết kế móng được thuận lợi và hiệu quả. Trong bài báo này, tác giả tập trung phân tích các phương pháp tính toán sức chịu tải ngang từ đó lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp cho vùng Đồng bằng sông Cửu Long, bên cạnh đó đề xuất các hệ số nền cho đất đại diện của vùng cũng như của lớp đất được gia cố xi măng đất và cách xác định sức chịu tải ngang cho các loại cọc phổ biến hiện nay.

Từ khóa: tính toán sức chịu ngang cọc đơn, móng cọc, xi măng đất, gia cố bề mặt nền móng.

Summary: In recent days, the theory to calculate the horizontal load capacity of single pile which has been popular for the types of pile with characteristic soil in construction. The use of Jet - grouting for reinforcing surface layer pile foundation is a relatively new solution in Vietnam. It is increased the horizontal load of works, especially the hydraulic works which the horizontal force is large. Selecting the appropriate calculation method as well as calculating the modulus of subgrade reaction (K_s) of the reinforcement layer which is supported to calculate the foundation design is favorable and effective. In this article, Author is concentrated to analyse calculating methods of the horizontal load capacity. After that, select to the calculating methods which is suitable for Mekong Delta region. Beside, suggesting modulus of subgrade reaction (K_s) to representative soil in this region, soil layer is reinforced soil-cement, and how to calculate the the horizontal load capacity for popular piles.

Key words: calculate the horizontal load capacity of single pile, pile foundation, Jet - grouting, reinforcement of foundation surface layer.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

- Công nghệ cọc xi măng đất đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi để gia cố nền móng và chống thấm cho công trình [2]. Việc ứng dụng công nghệ này để gia cố lớp bề mặt móng cọc là giải pháp khá mới và đang được nghiên cứu trong xây dựng công trình ngăn sông tại Việt Nam nhằm gia tăng sức chịu tải ngang cho

móng cọc công trình. Ưu điểm lớn nhất của giải pháp là biến lớp đất yếu bề mặt trở thành loại vật liệu có cường độ tốt hơn nền tự nhiên, tăng sức kháng bên từ đó tăng sức chịu tải ngang và giảm thiểu chuyển vị ngang cho móng cọc.

- Hiện nay, để tính toán thiết kế móng cọc vẫn dựa trên bài toán xác định sức chịu tải của cọc đơn. Các lý thuyết để xác định sức chịu tải

Ngày nhận bài: 26/9/2018

Ngày thông qua phản biện: 12/11/2018

Ngày duyệt đăng: 30/11/2018

ngang của cọc đơn đã được phổ biến cho các loại cọc đối với từng loại đất đặc trưng trong xây dựng công trình.

- Đối với trường hợp móng cọc trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long có lớp gia cố bề mặt, việc lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp cũng như xác định được hệ số nền của lớp gia cố và cách xác định sức chịu tải ngang cho các loại cọc phổ biến sẽ giúp cho việc tính toán thiết kế móng được thuận lợi và hiệu quả.

2. TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG CHO CỌC ĐƠN

2.1 Đánh giá các phương pháp tính toán cọc đơn chịu tải trọng ngang đang áp dụng hiện nay cho đất nền mềm yếu

- Hiện nay có rất nhiều phương pháp tính toán cọc đơn chịu lực đứng, lực ngang và mômen. Nhìn chung mỗi phương pháp tính đều có 3 đặc điểm cơ bản như sau:

- (1)- Mô hình của môi trường đất bao quanh cọc;
- (2)- Tính chất của mối quan hệ giữa các phản lực đất p và chuyển vị ngang của cọc y , có thể biểu diễn bằng hàm: $f(p, y) = 0$ (2-1)

- (3)- Cách giải bài toán.

- Theo mô hình nền được sử dụng trong bài toán, có thể chia ra:

- Nhóm các phương pháp xem nền là bán không gian biến dạng tuyến tính;

- Nhóm các phương pháp chủ yếu dựa trên lý thuyết cân bằng giới hạn của môi trường rời;

- Nhóm các phương pháp được xây dựng trên mô hình biến dạng đàn hồi cục bộ.

- Nhóm các phương pháp được xây dựng trên mô hình nền biến dạng tổng quát.

Theo cách giải bài toán có thể quy về:

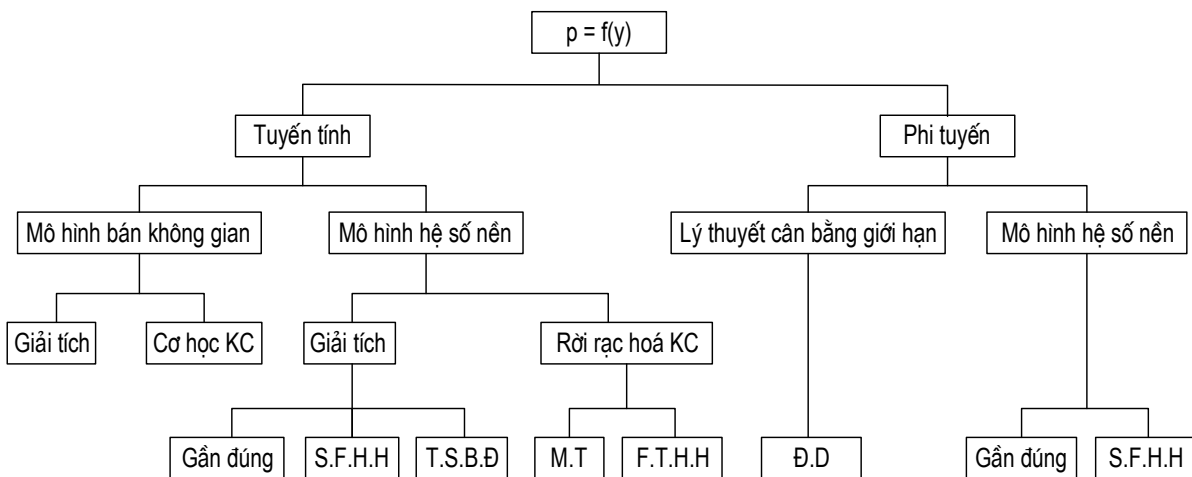
- Nhóm các phương pháp tính gần đúng;

- Nhóm các phương pháp giải tích;

- Nhóm các phương pháp áp dụng biện pháp “rời rạc hoá” kết cấu;

- Nhóm các phương pháp hỗn hợp.

- Sơ đồ hệ thống hoá việc phân loại cũng như mối quan hệ giữa các phương pháp tính cọc theo 3 đặc điểm nêu trên được hiển thị trong hình 2.1.



Hình 2.1. Sơ đồ phân loại và mối quan hệ giữa các phương pháp tính cọc

- Sự phân loại trên cũng không tránh khỏi tính qui ước vì ba đặc trưng này luôn luôn liên hệ và ràng buộc lẫn nhau: mô hình nền qui định mô hình tính toán và nó lại quyết định cách giải bài

toán. Tuy vậy, mối quan hệ giữa phản lực đất và chuyển vị ngang của cọc vẫn là đặc trưng trung tâm vì nó là biểu hiện cụ thể của một mô hình nền và quyết định mức độ phản ảnh đặc

điểm biến dạng của hệ “cọc - đất” vào trong tính toán.

- Hiện nay khi tính toán móng cọc, cũng chia thành hai trường hợp:

- Chuyển vị ngang của đầu cọc không lớn, đất nền có thể xem là làm việc trong giai đoạn đàn hồi, nghĩa là quan hệ (2-1) tuyến tính;

Chuyển vị ngang của đầu cọc khá lớn, có nghĩa là đất bao quanh làm việc trong giai đoạn đàn hồi – dẻo và do đó trong tính toán phải xét đến tính phi tuyến của mối quan hệ $p \sim y$.

- Như thế quan hệ (2-1) giữa vai trò rất quan trọng trong việc xây dựng phương pháp tin cậy để tính toán cọc và móng cọc. Vì vậy việc phân loại các phương pháp tính trong nghiên cứu này chủ yếu dựa trên tính chất của mối quan hệ (2-1). Các phương pháp tính toán cọc đơn chịu tải ngang thường dùng hiện nay:

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo phụ lục G - TCVN 10304 - 2014 (phương pháp tuyến tính)

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo quan hệ $p \sim y$ cho đất sét, đất cát và đất phức hợp

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang của Broms

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo Meyerhof

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo sai phân hữu hạn

- Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo mô hình phản lực nền của Matlock và Reese

- Trong các phương pháp trên khối lượng tính toán quá công kênh và phức tạp, mức độ chính xác của kết quả tính toán phụ thuộc vào chủ quan của người thiết kế như:

- + Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang và mômen theo Zavriev: Hệ số tỷ lệ K (kN/m^4) tra theo TCVN 10304:1014 có biên độ giá trị lớn, mức độ chính xác phụ thuộc nhiều

vào kinh nghiệm của người thiết kế do đó không phản ánh đúng bản chất tương tác của đất nền và cọc

- + Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo mô hình phản lực nền của Matlock và Reese: độ chính xác của K_h và n_h không có giới hạn, n_h luôn cần thiết biến đổi để tạo ra sự biến đổi mômen trong. Do vậy việc xem xét hợp lý các hiện tượng để dẫn tới kết luận K_h chủ yếu là trị số kinh nghiệm trong tự nhiên và thay đổi theo một số yếu tố như: Chuyển vị, độ sâu, đường kính cọc, loại gia tải, tốc độ chất tải, số tải trọng tác dụng.

- Tuy nhiên phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo quan hệ $p \sim y$ cho đất sét, đất cát và đất phức hợp có thể mô hình sát với thực tế làm việc của đất làm việc ngoài giới hạn đàn hồi (tính phi tuyến), đặc biệt xuất hiện ở một vài đoạn cục bộ dọc theo thân cọc tùy thuộc vào sự phân bố tải trọng từ cọc vào đất và tính chất của đất. Để có thể phân tích cọc ngoài giới hạn đàn hồi, phương pháp đường cong $p \sim y$ được Matlock đề xuất (1970) và sau đó được phát triển, ứng dụng rộng rãi (Resse et al - 1974; Resse và Welch - 1975).

- Như vậy có thể thấy phương pháp đơn giản của Broms (1964) hoặc Meyerhof (1995) và phương pháp “tính toán đồng thời” dựa trên đường cong $p \sim y$ của Reese (1974) đều có thể áp dụng cho vùng ĐBSCL. Tuy nhiên phương pháp của Broms hoặc Meyerhof tương đối đơn giản và không thể chặt chẽ và chính xác như phương pháp đường cong $p \sim y$. Vì vậy, với những bài toán phức tạp (ví dụ cọc trong nền nhiều lớp, cọc dài...) thì nhất thiết nên dùng phương pháp đường cong $p \sim y$.

2.2 Phương pháp tính toán cọc chịu tải trọng ngang theo quan hệ $p \sim y$ cho đất sét, đất cát và đất phức hợp theo Reese (1974) [4]

- a. Giả thiết cọc làm việc như một dầm đàn hồi tuyến tính, khi chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men uốn ở đầu cọc, trục dầm bị chuyển vị làm xuất hiện phản lực đất tác dụng lên dầm

(theo phương vuông góc với thành bên dầm). Phương trình trục cọc được mô tả qua phương trình vi phân bậc 4 như sau:

$$- EJ \frac{d^4 y(z)}{dz^4} + p_y(z) = 0 \quad (2-2)$$

- Trong đó:

- $y(z)$: chuyển vị ngang của cọc ở độ sâu z

- $p_y(z)$: phản lực đất theo phương ngang tác dụng lên thành bên của cọc.

$$- p_y(z) = k(z) \cdot y(z) \quad (2-3)$$

- $k(z)$ hệ số nền theo độ sâu.

- Trong thực tế, hệ số k (hàm số) phụ thuộc cả vào tính chất của đất, giá trị tải trọng và hình dáng cọc, để có thể mô tả một cách tương đối sát thực tế quan hệ biên dạng – tải trọng của đất trong khi hệ số tỷ lệ k luôn thay đổi, đồ thị quan hệ $p \sim y$ được gọi là đường cong $p \sim y$ của đất được sử dụng. Nói chung, đường cong các $p \sim y$ không tuyến tính mà phụ thuộc vào độ sâu, tính chất của đất, tải trọng ... và được xây dựng theo lý thuyết, kinh nghiệm, hoặc từ kết quả thực nghiệm thích hợp. Các đường cong này có các đặc trưng sau đây được thừa nhận:

- Mỗi đoạn cọc có một đường đặc trưng $p \sim y$

Mỗi đường đặc trưng không phụ thuộc vào hình dạng, độ cứng của cọc và độ lặp với các đường thuộc các đoạn lân cận mà chỉ phụ thuộc vào tính chất của đất và phản lực nền tại đó.

- b- Xây dựng đường cong $p \sim y$: Đường cong $p \sim y$ được xây dựng theo đặc tính của đất và đặc trưng của tải trọng

- Đối với đất nền vùng ĐBSCL, những công trình được chọn giải pháp thiết kế móng cọc thì chủ yếu là đất sét yếu dưới mực nước ngầm chịu tải trọng tĩnh, sử dụng công thức của Matlock

(1970) đề xuất:

$$p = 0,5 p_u \sqrt[3]{\frac{y}{y_{50}}} \quad (2-4)$$

Trong đó:

- p : phản lực đất lên một đơn vị chiều dài cọc

- y : chuyển vị ngang tương ứng của cọc

- p_u : phản lực cực hạn của đất lên cọc, được xác định theo công thức:

$$p_u = N_p S_u B \quad (2-5)$$

Trong đó:

- S_u : sức kháng cắt không thoát nước của đất thuộc đoạn cọc đang xét

- B : đường kính hay cạnh cọc

- N_p : hệ số sức chịu tải, xác định theo công thức:

$$N_p = 3 + \frac{\sigma'_{v0}}{S_u} + J \frac{z}{B} \leq 9 \quad (2-6)$$

Trong đó:

- σ'_{v0} : ứng suất nén hữu hiệu theo phương đứng tại độ sâu z

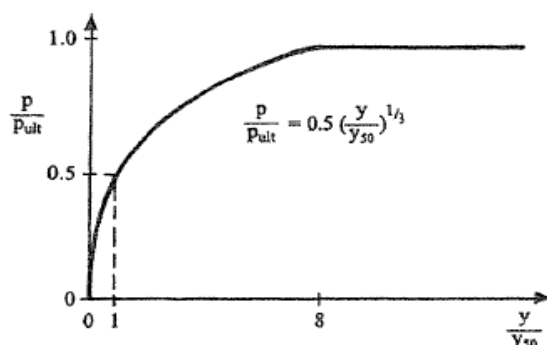
- J : hệ số lấy theo loại đất, $J = 0,50$ cho đất sét mềm yếu và $J = 0,25$ cho đất sét có độ cứng trung bình.

- y_{50} : chuyển vị ngang của cọc khi chịu tác dụng của $p = 0,5 p_u$

$$y_{50} = 2,5 \varepsilon_{50} B \quad (2-7)$$

- với ε_{50} là biến dạng ngang tương đối của mẫu đất khi chịu nén ba trục dưới tải trọng bằng 50% tải trọng giới hạn. Có thể lấy giá trị sau đây cho ε_{50} khi không có thí nghiệm:

Trạng thái của đất	Chảy	Đẻo mềm/ đẻo	Đẻo cứng	Cứng/ rất cứng	Rắn
Giá trị S_u (kPa)	12÷24	24÷48	48÷95	95÷190	>190
Giá trị ε_{50}	0,02	0,01	0,007	0,005	0,004
Hệ số k_s	8,14	27,15	136	271	543



Hình 2.2: Hình dạng đặc trưng của đường cong $p \sim y$ cho đất sét mềm dưới mực nước ngầm, chịu tải trọng tĩnh.

- Hệ số tỷ lệ nền k theo lý thuyết được xác định theo các bảng tra của TCVN 10304: 2014 – Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế [1]:

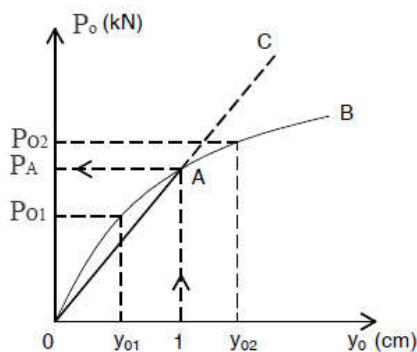
Bảng 2.1 Bảng hệ số tỷ lệ k của các loại đất thông dụng

Loại đất quanh cọc và đặc trưng của nó	Hệ số tỉ lệ k (T/m ⁴)
Cát to ($0,55 \leq e \leq 0,7$) Sét và sét pha cứng ($IL < 0$)	18.000 ÷ 30.000
Cát hạt nhỏ ($0,6 \leq e \leq 0,75$); cát hạt vừa ($0,55 \leq e \leq 0,7$) Cát pha cứng ($IL < 0$); Sét, sét pha dẻo cứng và nửa cứng ($0 \leq IL \leq 0,5$)	12.000 ÷ 18.000
Cát bụi ($0,6 \leq e \leq 0,8$); cát pha dẻo ($0 \leq IL \leq 1$) và Sét, sét pha dẻo mềm ($0,5 \leq IL \leq 0,75$)	7.000 ÷ 12.000
Sét và sét pha dẻo chảy ($0,75 < IL \leq 1$)	4.000 ÷ 7.000
Cát sạn ($0,55 \leq e \leq 0,7$); đất hạt lớn lẫn cát	50.000 ÷ 100.000

2.3 Phương pháp xác định sức chịu tải trọng ngang của cọc đơn theo quan hệ $p \sim y$ bằng thí nghiệm

2.3.1. Xác định hệ số tỷ lệ nền k của lớp gia cố bề mặt

Lớp gia cố bề mặt tạo ra một loại nền mới, không thể tra cứu từ bảng 2.1 ở trên, vì vậy nó được xác định từ kết quả thí nghiệm cọc chịu tải trọng ngang, sơ đồ quan hệ $p \sim y$ sơ bộ như sau:



Hình 2.3 Sơ đồ quan hệ $p \sim y$ sơ bộ của cọc thí nghiệm

Qua thí nghiệm hiện trường cọc chịu lực ngang đối với trường hợp: nền có lớp gia cố xi măng bề mặt, cách xác định hệ số k như sau:

Từ biểu đồ quan hệ tải trọng và chuyển vị $p \sim y$ vẽ được cho các trường hợp thí nghiệm. Dựa vào kết quả thí nghiệm xác định độ cứng của nền theo nguyên tắc:

+ Chọn chuyển vị nằm ngang giới hạn của cọc tại mặt đất $y_0 = 1$ cm

+ Từ $y_0 = 10$ mm xác định được điểm A trên đường cong và tìm được P_0 tương ứng.

+ Dùng công thức xác định độ cứng của nền n_H đối với cọc dài mềm từ việc xác định hệ số biến dạng.

- Hệ số biến dạng (α) - phụ thuộc vào tính chất cơ học vật lý của đất và kích thước hình dáng tiết diện cọc. Tính hệ số biến dạng α theo P_0 và EI của cọc

$$\alpha = \left(\frac{243Q_0}{EI} \right)^{1/3} = 6,24 \left(\frac{Q_0}{EI} \right)^{1/3} \quad (2-8)$$

$$\Leftrightarrow 6,24 \left(\frac{Q_0}{EI} \right)^{1/3} = \sqrt[5]{\frac{kb_c}{EI}}$$

Với $n_h = k.b_c$

$$\Rightarrow n_h = 9462,6 \sqrt[5]{\frac{Q_0}{EI}} \quad (2-9)$$

Trong đó:

- k là hệ số tỷ lệ của hệ số nền (kN/m⁴);

- b_c là chiều rộng quy ước của tiết diện ngang cọc (m);

- EI là độ cứng chống uốn của tiết diện ngang của cọc (kNm²)

Xác định chiều rộng quy ước b_c của tiết diện ngang cọc

- Chiều rộng quy ước của tiết diện cọc được xác định từ chiều rộng thực của cọc d (đường kính cọc) và hiệu chỉnh bằng các hệ số.

$$- b_c = d.k_h.k_d \quad (2-10)$$

Trong đó:

- k_h là hệ số xét tới ảnh hưởng của hình dạng tiết diện ngang của cọc, được xác định bằng cách so sánh tổng phản lực đất tác dụng lên một phân tử cọc tiết diện chữ nhật với tiết diện hình tròn trong nền Winker;

- k_d là hệ số xét đến ảnh hưởng của kích thước tiết diện ngang cọc, được xác định từ thí nghiệm.

$$- b_c = k_d.d \quad (2-12)$$

$$\text{Với } \begin{cases} k_d = 1,5 + \frac{0,5}{d} & - \text{ (khi } d \leq 0,8\text{m)} \\ k_d = 1 + \frac{1}{d} & - \text{ (khi } d > 0,8\text{m)} \end{cases}$$

Ở đây, lớp gia cố bề mặt móng cọc được chọn là cọc xi măng đất, loại vật liệu này không nằm trong bảng tra của các Tiêu chuẩn, cũng chưa được bất kỳ nghiên cứu nào về độ cứng của nền nh.

- Việc nghiên cứu ảnh hưởng của kd được Viện nghiên cứu khoa học Liên Bang (Xô Viết cũ) tiến hành với nhiều thí nghiệm trên cọc ống thép với các đường kính khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho kết luận: Khi đường kính cọc tăng lên 2 lần thì độ cứng của nền nh tăng lên 1,5 lần và do đó chiều rộng tính toán bc cũng tăng lên bằng đầy lần.

- Nếu coi bc1, bc2 là chiều rộng quy ước tương ứng với d1 và d2 thì có thể biểu diễn kết quả thí nghiệm bởi công thức:

$$\frac{b_{c1}}{b_{c2}} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^{0,585} \quad (2-11)$$

Do trong các tiêu chuẩn thiết kế, sức kháng tính toán của cọc trên mặt bên cọc được xác định trong điều kiện bài toán phẳng. Vì vậy, giá trị bc1 cần được chọn sao cho nó phải đặc trưng cho sức kháng của đất lên cọc thuộc d1 làm việc trong điều kiện bài toán phẳng. Theo Zavriev, trong các tiêu chuẩn người ta chấp nhận d=1m của tiết diện chữ nhật làm việc trong điều kiện không gian sẽ tương đương với giá trị bc1=2m cũng của cọc ấy nhưng làm việc trong điều kiện bài toán phẳng. Như vậy:

$$\Rightarrow b_c = 2d^{0,585}$$

Để tiện dụng hơn nữa, chiều rộng quy ước của tiết diện cọc bc được đơn giản trong các tiêu chuẩn xây dựng theo công thức:

Để xác định được Po trong công thức (2-8), tác giả đã thí nghiệm cọc chịu tải ngang hiện trường để tính độ cứng của nền nh (kN/m³), mỗi trường hợp được tác giả tiến hành thí nghiệm cho các loại cọc có hình dáng và kích thước khác nhau.

Sau khi tìm được nh, giá trị chiều rộng quy ước cọc, xác định được k:

$$k = \frac{n_h}{b_c}$$

Từ kết quả thí nghiệm tính toán được hệ số tỷ lệ nền k của lớp gia cố xi măng đất như bảng 2.2:

Bảng 2.2 Giá trị k của nền gia cố xi măng đất

TH gia cố	d	bc	EJ	Qo	k (KN/m4)	k (T/m4)
Cọc vuông 10x10	0,1	0,65	1,64E+02	20,73	415.910	41.591
Cọc vuông 20x20	0,2	0,8	4,00E+03	44,17	411.289	41.129
Cọc vuông 35x35	0,35	1,025	3,75E+04	80,23	411.537	41.154
Cọc tròn D10	0,1	0,65	1,47E+02	20,35	418.244	41.824
Cọc tròn D20	0,2	0,8	2,36E+03	39,76	411.822	41.182
Cọc tròn li tâm D40	0,4	1,1	3,77E+04	84,01	413.495	41.350
Trung bình					413.716	41.372

Cũng với cách làm tương tự, tác giả đã nghiên cứu và đưa ra hệ số tỷ lệ nền k cho lớp đất yếu đặc trưng vùng ĐBSCL như bảng 2.3

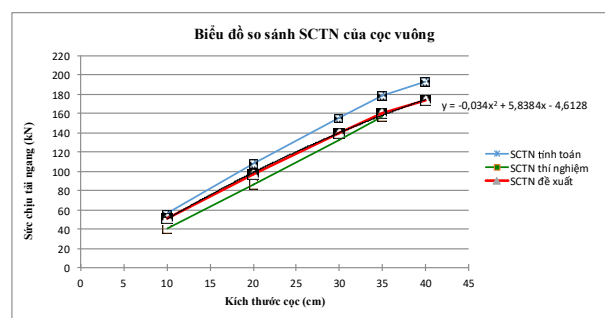
Bảng 2.3 Giá trị k của nền tự nhiên

TH nền tự nhiên	d	bc	EJ	Qo	k (KN/m4)	k (T/m4)
Cọc vuông 10x10	0,1	0,65	1,64E+02	3,20	18.503	1.850
Cọc vuông 20x20	0,2	0,8	4,00E+03	6,78	18.090	1.809
Cọc vuông 35x35	0,35	1,025	3,75E+04	12,44	18.409	1.841
Cọc tròn D10	0,1	0,65	1,47E+02	3,18	18.925	1.893
Cọc tròn D20	0,2	0,8	2,36E+03	6,13	18.252	1.825
Cọc tròn li tâm D40	0,4	1,1	3,77E+04	12,83	18.040	1.804
Trung bình					18.370	1.837

2.3.2 Xác định sức chịu tải ngang của cọc trong trường hợp nền gia cố

Đối với công trình Đập trụ đỡ, chuyển vị cho phép tại đáy bệ (hoặc đỉnh cọc) không vượt quá 25mm. Với giải pháp được lựa chọn để gia cố nền lớp mặt bằng cọc xi măng đất, bằng tính toán lý thuyết và kiểm nghiệm bằng thí nghiệm, tác giả đã xây dựng được các biểu đồ sau để xác định sức chịu tải ngang của cọc ứng với loại cọc và kích thước cọc khác nhau:

Đối với cọc vuông: Xác định SCTN theo đồ thị đề xuất hình 2.4



Hình 2.4 Biểu đồ xác định SCTN theo kích thước của cọc vuông

- Hoặc bằng công thức:

$$- P = - 0,034D^2 + 5,39 - 4,61 \quad (2-13)$$

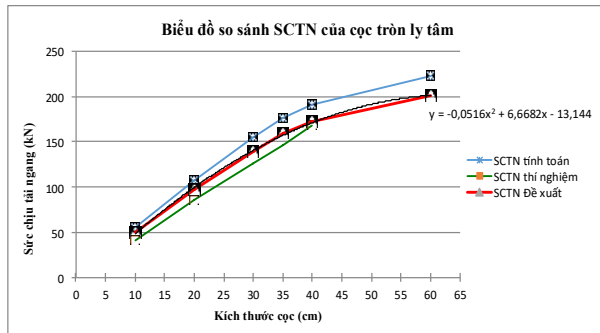
- (P có đơn vị là kN, D có đơn vị là cm)

- Đối với cọc tròn hoặc ly tâm: Xác định SCTN theo đồ thị đề xuất hình 2.5

- Hoặc bằng công thức:

$$- P = - 0,052D^2 + 6,67 - 13,14 \quad (2-14)$$

- (P có đơn vị là kN, D có đơn vị là cm)



Hình 2.5 Biểu đồ xác định SCTN theo kích thước của cọc tròn

3. KẾT LUẬN

Việc sử dụng cọc xi măng đất để gia cố lớp bề mặt móng cọc là giải pháp khá mới tại Việt Nam, theo kết quả nghiên cứu của tác giả cho thấy hiệu quả của nó làm gia tăng sức chịu tải ngang cho cọc đơn và cho công trình, đặc biệt là công trình thủy lợi khi có lực ngang lớn. Lựa chọn phương pháp tính toán dựa trên lý thuyết về quan hệ p~y là khá phù hợp với điều kiện đất nền mềm yếu vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Phương pháp xác định được hệ số nền k của lớp gia cố và cách xác định sức chịu tải ngang cho các loại cọc phổ biến trong trường hợp gia cố lớp bề mặt móng cọc là đáng tin cậy và sẽ góp phần hoàn thiện lý thuyết tính toán thiết kế móng cọc hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Xây dựng (2014). *Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam: TCXDVN 10304 – 2014: Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.*
- [2] Nguyễn Quốc Dũng (2014), *Nghiên cứu thiết kế thi công cọc đất xi măng theo công nghệ Jet grouting*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Vũ Công Ngữ (cb) và Nguyễn Thái (2006). *Móng cọc: phân tích và thiết kế.* NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà nội.
- [4] Lymon C.Reese và William F. Van Impe (2007). *Single Piles and Pile Groups under Lateral Loading.*